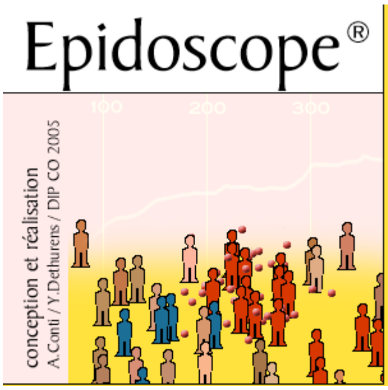


Logiciel de simulateur d'épidémie MAC[1]

(version 4.3 juin 2007)

Au cours de la 9e année de biologie au CO, les élèves abordent des problèmes mettant en jeu des situations complexes, multifactorielles. Les trois thèmes de ce degré (génétique, écologie et aménagement du territoire, santé individuelle et santé collective) privilégient le niveau d'organisation « **population »,** avec parfois des incursions explicatives à d'autres niveaux abordés en 7e et 8e (cellule – organe — individu)

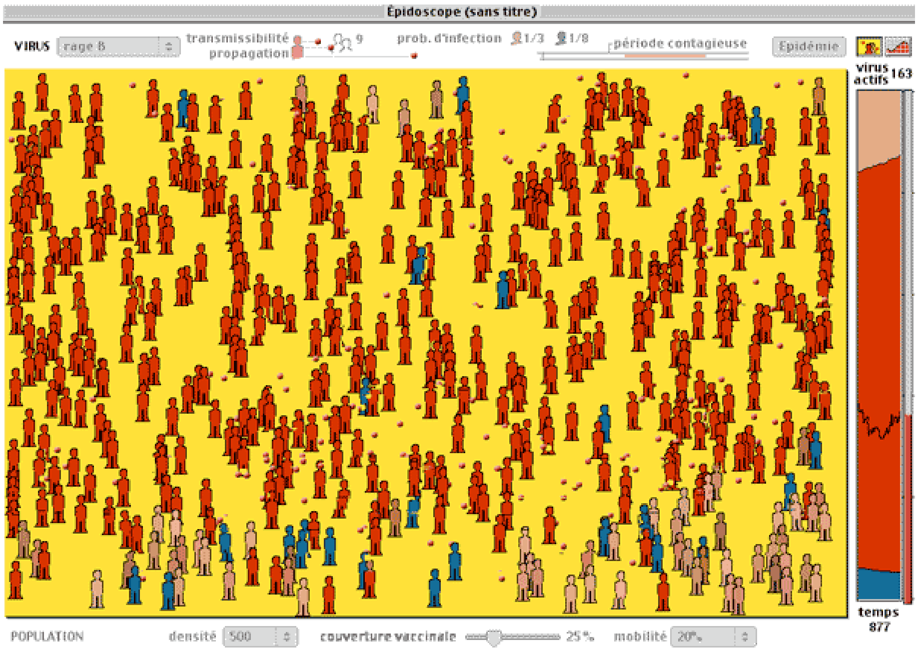
Ce logiciel *Epidoscope* est destiné à être utilisé dans le cadre du thème « santé collective et santé individuelle ». Il permet de mettre sur pied de **travaux pratiques** mettant en jeu la **stratégie expérimentale** et des raisonnements hypothético-déductifs.

Il offre, par une approche intuitive et ludique, d'asseoir des concepts importants de la santé telle qu'**épidémie, propagation, agents infectieux, contagion, vaccination, prévention, dépistage, immunité** et d'autres encore.

Il met à la portée des élèves un outil – la simulation — de plus en plus important et spécifique de la pratique scientifique contemporaine en leur offrant un environnement de travail axé sur la **modélisation,** qu'ils abordent par l'intermédiaire de **représentations graphiques.**

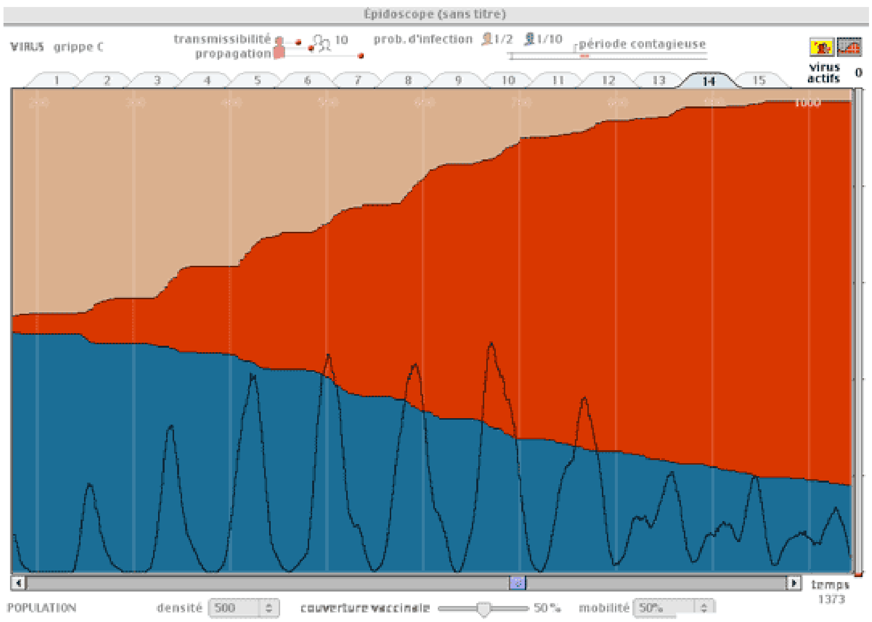
[1] Ce logiciel fonctionne sur Mac OS10.0 → 10.5

Ce logiciel permet de simuler le développement d’une épidémie dans une population. L’utilisateur peut observer l’extension de la contagion, l’existence et le déplacement d’un foyer, l’effet positif d’une vaccination plus ou moins massive, cela même sur des individus non vaccinés.



Pour chaque simulation, un **graphique** visualise le nombre cumulé de personnes atteintes et le nombre d’agents infectieux actifs à chaque instant, deux modes de représentation courants d’une courbe épidémique.

Jusqu’à **15 expériences** sont conservées en mémoire. Des onglets facilitent le passage de l’un à l’autre et permettent des comparaisons.



L’utilisateur peut intervenir sur 3 variables liées à la population et 6 variables liées à l’agent infectieux.

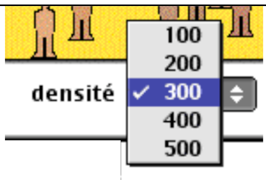
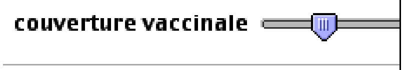
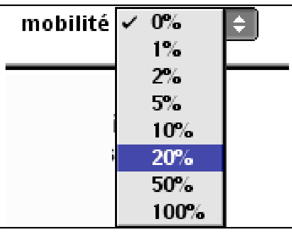
Il peut développer une **stratégie expérimentale** en posant des hypothèses sur l’effet de certaines variables, en réalisant une série de simulation et en répétant au besoin la simulation (reproductibilité).

Il peut opérer une **fusion des résultats** de plusieurs simulations identiques pour mettre en évidence les régularités. Des expériences peuvent être **supprimées** ou **sauvegardées**.

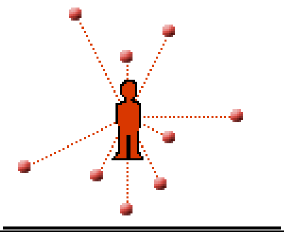
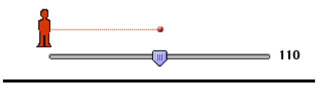
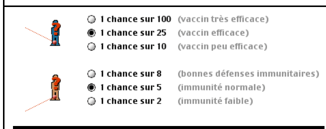
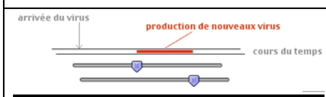
Réglages

Les noms donnés ne recouvrent pas exactement les concepts utilisés en épidémiologie. Ils ont été choisis pour faciliter l'approche intuitive des phénomènes, aidés en cela par une illustration qui explicite bien l'effet de chaque variable.

L'utilisateur peut agir sur trois variables au niveau de la population :

	La **densité** de la population (de 100 à 500, par pas de 100)
	La **couverture vaccinale** (de 0 à 100 %, par pas de 5 %) définit la proportion de la population vaccinée. Les individus vaccinés sont colorés en bleu.
	La **mobilité*** de la population (de 0 % à 100 % des individus qui se déplacent). Cette variable est intéressante à associer à la période contagieuse.

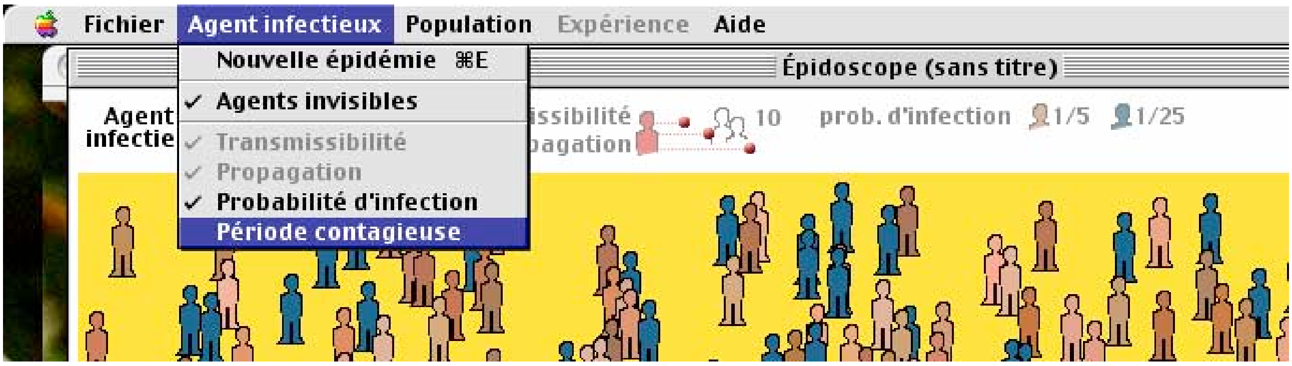
Il peut modifier un agent existant ou en créer un en agissant sur 6 variables :

	La « **transmissibilité** », qui correspond au nombre moyen de particules infectantes rejetées par une personne atteinte (de 0 à10, par pas de 1/4) Une transmissibilité de 6.5 indique que le nombre de particules infectantes rejetées par une personne sera de 6 ou 7 et que 6.5 représentera la moyenne.
	La « **propagation** », modélisée ici comme le rayon d'action de l'agent infectieux. On peut l'associer au mode de transmission (contact direct, gouttelettes expectorées, transmission par un vecteur…) Tant que le microbe n'a pas infecté une personne, il continue sa trajectoire. De ce fait, en augmentant cette valeur, on augmente également le nombre de contacts potentiellement infectant.
	La **probabilité d'infection***, qui comprend deux variables : • La capacité de défense naturelle de l'organisme • L'efficacité d'un vaccin. Il s'agit de valeur moyenne. 1 chance sur 25 représente la probabilité qu'u*ne* personne soit infectée à la suite d'un contact avec un agent infectieux, ce qui n'exclue pas le fait – forcément rare — qu'une personne s'infecte au second contact déjà.
	La **période contagieuse*** dont on fixe le début et la fin, soit : • Le temps d'incubation. • La durée de la période contagieuse. La période terminée, la personne est considérée comme immunisée (ou décédée !) Attention : cette variable peut ralentit fortement le processus et rend difficile la comparaison des graphiques

Activer ou désactiver certains réglages

Suivant la tâche demandée et pour restreindre le niveau de complexité, les simulations peuvent s'effectuer sur un nombre limité de variables.
Pour faire apparaître à l'écran d'autres variables et les utiliser, il faut les activer à partir de la barre de menu. Le statut est indiqué par le signe ✓ .

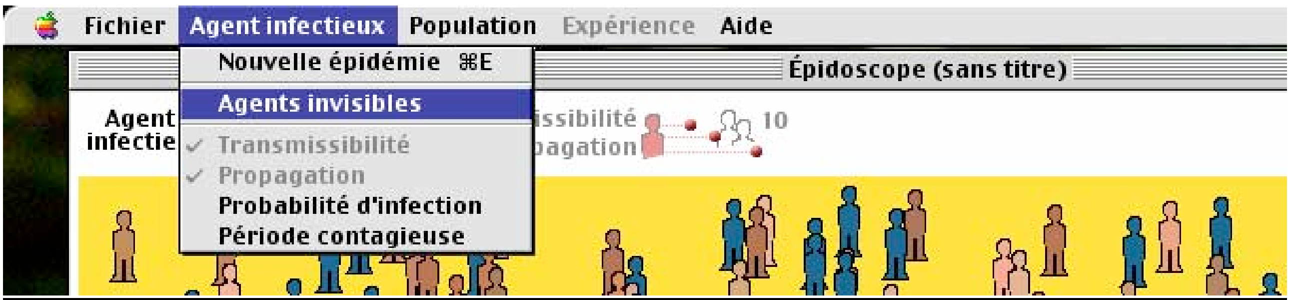
Les variables « **probabilité d'infection »** et « **période contagieuse »** (*), désactivées par défaut, sont accessibles depuis le menu « agent infectieux »



La variable « **mobilité »** n'apparaît que si on l'active dans le menu **population**.
Par défaut, sa valeur est 0.

Activer ou désactiver la visualisation de l'agent

L'agent infectieux invisible peut être rendu invisible à partir du menu *Agents infectieux*. Ceci peut être intéressant dans une première approche du concept de **contagion** et de **transmission** et nous place dans la situation d'un observateur d'avant Pasteur et la reconnaissance du microbe comme cause première de nombreuses maladies.

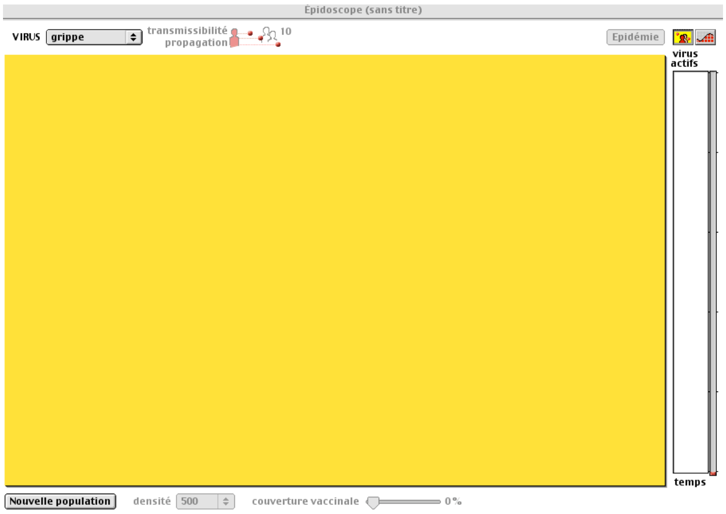


Marche à suivre

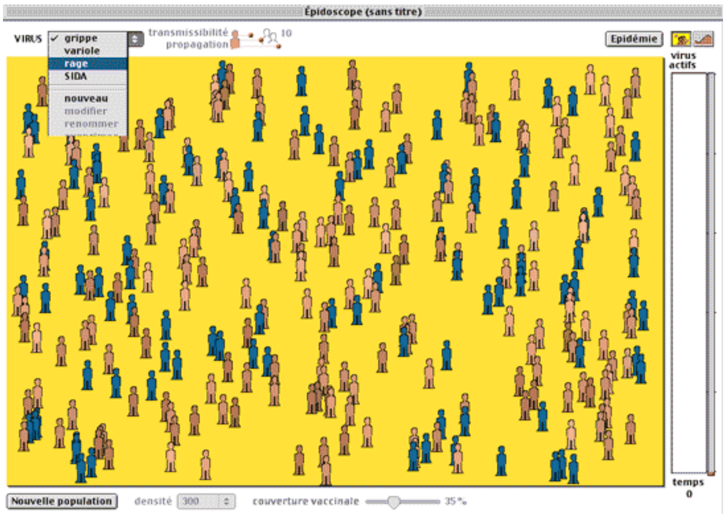
A) Paramétrage

- *Si nécessaire,* ***activer les variables*** *désirées via le menu *agent de la maladie » (probabilité d'infection, période contagieuse) ou population (mobilité).*

- Demander une nouvelle population, puis définir sa densité et la couverture vaccinale de celle-ci.



- Choisir un agent infectieux dans la liste établie

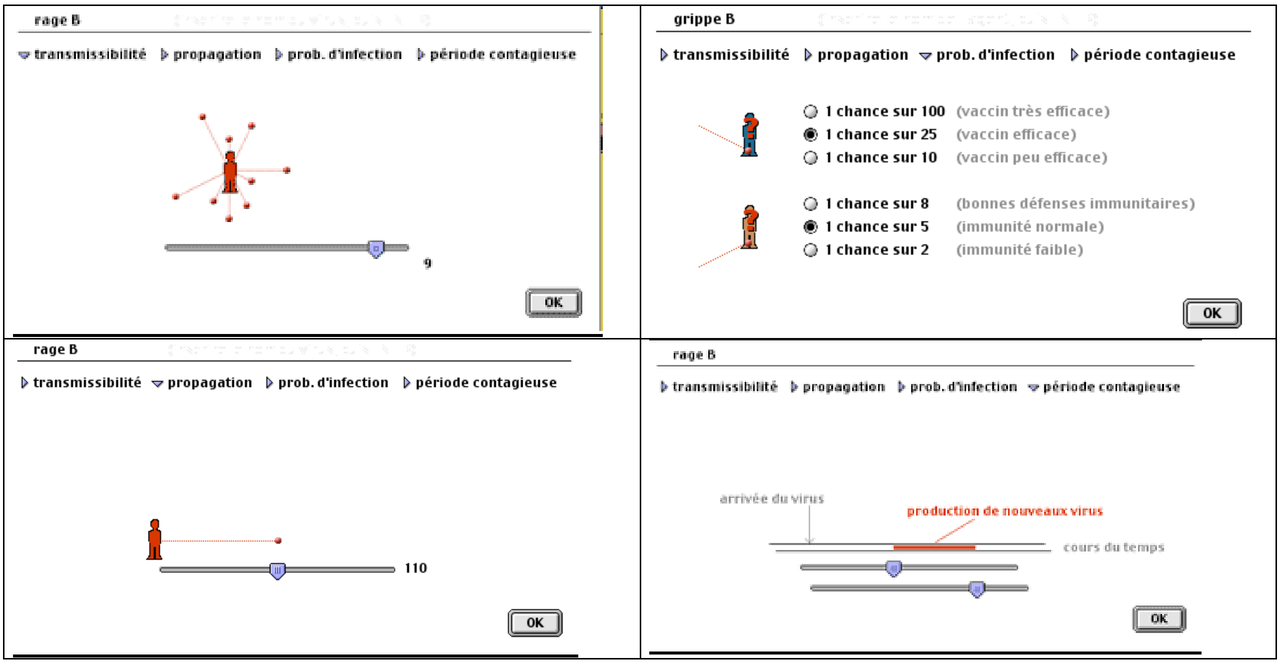


Si vous voulez créer un nouvel agent infectieux…

- … il faut d'abord donner un **nouveau** nom **(**par défaut, il prend le nom du dernier agent choisi suivi d'une lettre B, C, D…)
- Valider le nom en tapant la touche *ENTER* du clavier



- Régler la ou les variables désirées



- Valider en cliquant OK !

On peut **renommer un agent infectieux ou le supprimer de la liste.**

On peut **modifier** un agent infectieux en changeant une ou plusieurs variables, à partir du dernier agent sélectionné. Dans ce cas, le nom ne change pas.

Il est conseillé de créer une nouvelle « souche » avec la commande **nouveau.**

<u>Exemple :</u>

Après avoir procédé à divers essais sur plusieurs agents, la comparaison des résultats révèle que l'agent infectieux de la *Rage* produit le résultat le plus proche du résultat recherché. Il faut alors :

- Sélectionner l'agent *Rage* dans le menu déroulant *agent infectieux.*
- Cliquer sur **nouveau**
- **Renommer** l'agent (en l'appelant par exemple Rage 2)
- Changer une ou plusieurs variables

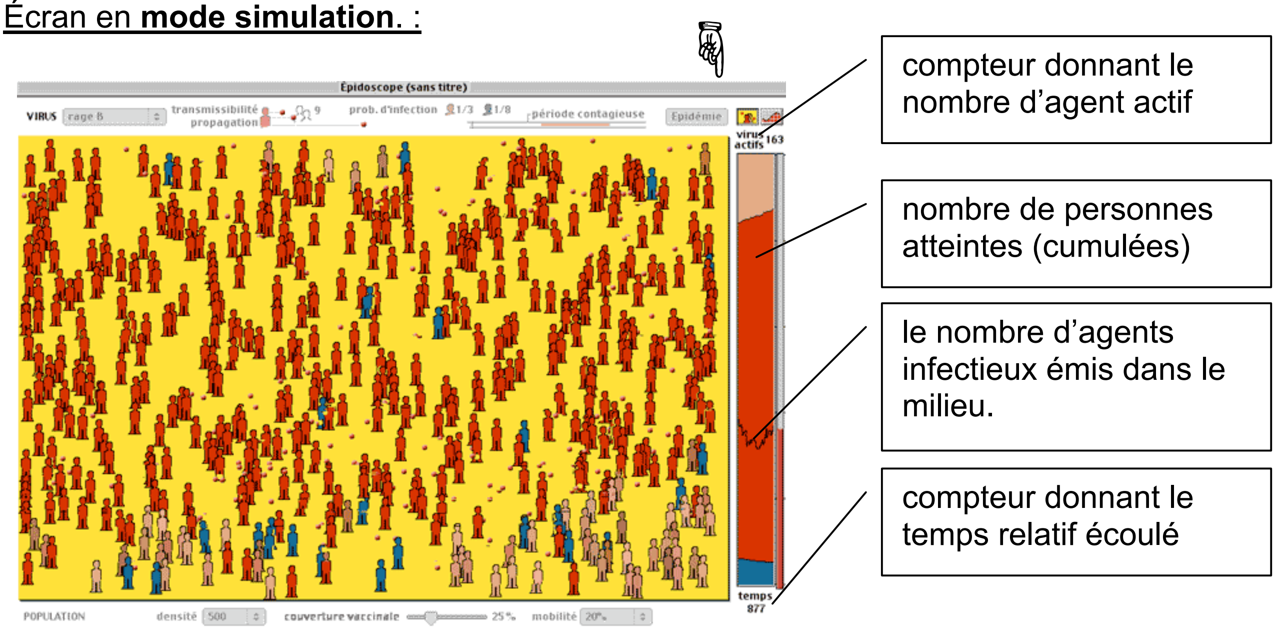
B) Lancement d’une simulation.

Par défaut, les personnes saines apparaissent en ocre, les personnes vaccinées en bleu et les personnes atteintes par la maladie en rouge. Ces couleurs sont modifiables à partir du menu *Fichier ⇒ Préférences*

En appuyant sur le bouton prévu à cet effet, un agent infectieux est envoyé au hasard dans la foule. **Il faut parfois répéter l’opération** avant d’obtenir le déclenchement d’une épidémie.

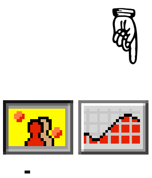
Une fois qu’une personne est atteinte, elle est considérée comme immunisée contre toute nouvelle attaque

Écran en **mode simulation**. :

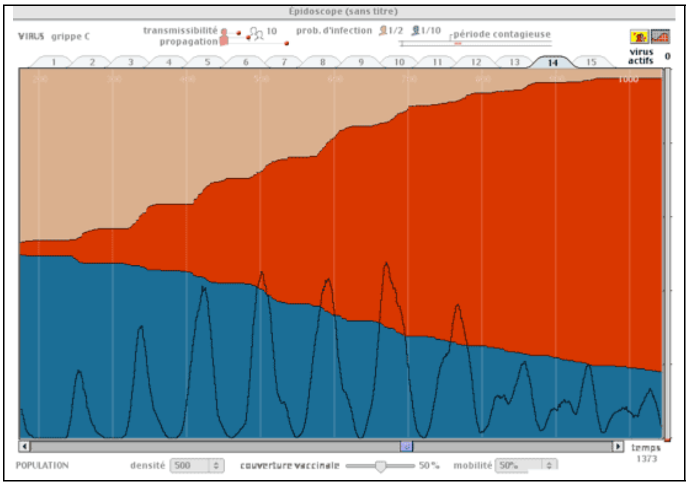


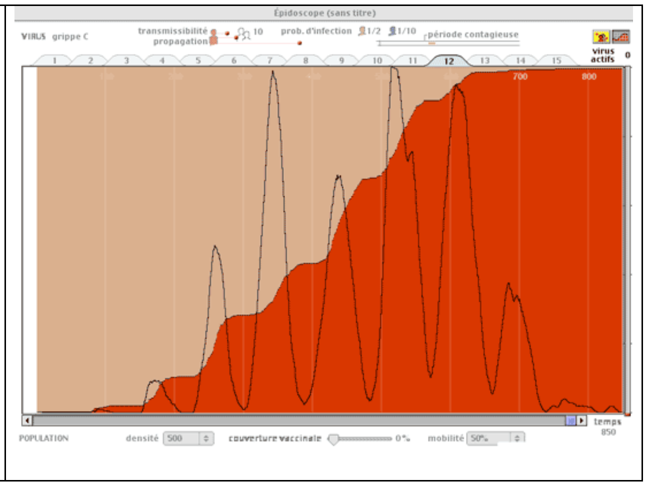
L’expérience prend fin lorsqu’il n’y a plus un seul agent infectieux actif.

Il est possible de relancer un agent infectieux ou de basculer en **mode graphique** en cliquant sur l’icône prévue.



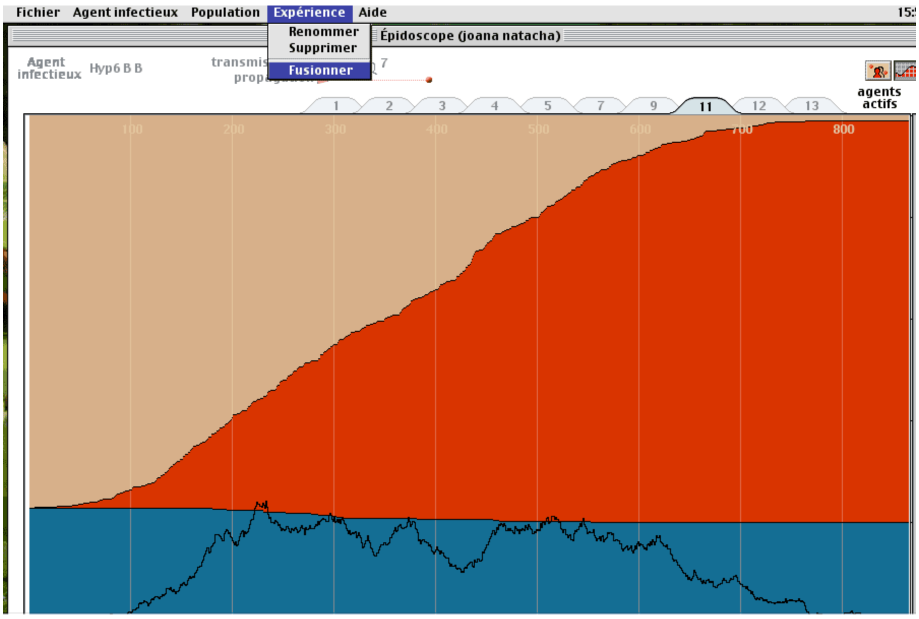
C) Mode graphique





Le mode graphique permet de garder en mémoire jusqu'à 15 expériences. Pour permettre la comparaison, on passe de l'une à l'autre par des onglets.

Il est recommandé de pratiquer **plusieurs essais avec un même paramétrage** avant de conclure quoi que ce soit pour réduire les fluctuations dues au hasard (ou la contingence) Il est possible de **fusionner** plusieurs simulations, via le menu *expérience.* Le logiciel va automatiquement rechercher les données des expériences ayant les mêmes valeurs de départ que l'expérience sélectionnée. Le nombre d'expériences fusionnées figure au bas du graphique. La fusion d'expérience permet aussi de gagner de la place pour d'autres tentatives.

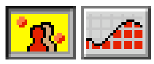


D) Gestion des expériences

Au-delà de 15 essais, le programme n'inscrit plus de nouvelle expérience ce qui nécessitera de **supprimer** une ou plusieurs expériences.
Pour cela, sélectionnez l'expérience par son onglet, puis supprimez-la via le menu *expérience ⇒ supprimer*.

La **sauvegarde** permet à l'enseignant de revenir sur le travail des élèves pour en apprécier la démarche (par exemple la pose des hypothèses, le fait de ne faire varier qu'une variable à la fois, la répétition des essais…) 

Pour un rapport ou une présentation, il est possible **d'imprimer le graphique actif,** via le menu *Fichier ⇒ imprimer la page*. Il est conseillé de régler au préalable le format d'impression via le menu *Fichier ⇒ format d'impression*

On retourne en mode « simulation » en cliquant sur l'icône 

Exploitation pédagogique

Ce logiciel est conçu pour être utilisé par un ou deux élèves par poste, en salle multimédia. Il peut aussi être exploité en introduction collective à l'aide du chariot multimédia MAC.

Des séquences pédagogiques sont disponibles sur la base de données pédagogiques du CO *BioBase.* Celle-ci est accessible l'adresse suivante[2] :
http://bdp.ge.ch/biotiques/biobase/index.php
Le thème « santé individuelle et santé collective » peut se structurer de la manière suivante (en gras les séquences utilisant *Epidémio)* :

- **Séquence « Qu'est-ce qu'une épidémie ? »** (une leçon[3]) visant à :
  - Mettre en évidence la part de hasard dans le déclenchement d'une épidémie et le fait que tout le monde n'est pas forcément touché par une épidémie (contingence)
  - Définir ce qu'est une épidémie, une contagion, l'agent infectieux
  - Lire et interpréter une courbe épidémique.
  - Définir et mettre en évidence l'effet d'une couverture vaccinale et l'effet qu'un geste individuel peut avoir sur le collectif (mise en évidence qu'une couverture vaccinale importante protège aussi les non vaccinés)
  - émettre des hypothèses sur des facteurs qui pourraient amplifier ou limiter une épidémie.
- Séquence « Construire une courbe épidémique » (une leçon)
- Séquence « Créer une fiche d'avertissement sur une maladie menaçante » (choléra, peste, sida, SRAS, virus du Nil, grippe, tuberculose, rage…) (2 à 4 leçons)
- **Séquence « Paramétrer un agent infectieux »** à partir des connaissances acquises à la suite de l'étude d'une maladie particulière (temps d'incubation, mode de transmission avec ou sans vecteur, existence d'un vaccin efficace…) **(30 ')**
- **Séquence : Enquête autour d'une épidémie mystérieuse** (une leçon)
  Retrouver les variables d'un agent infectieux à partir d'une courbe épidémique.
  Analyser une courbe épidémique
  Appliquer une stratégie expérimentale (hypothèse, modification de variable isolée, comparaison, analyse et nouvelle hypothèse…)

Des courbes produites par le logiciel peuvent également servir dans une évaluation.

D'autres propositions d'activités sont à inventer et à déposer sur la base de données pédagogique *Biobase.*

[2] L'accès nécessite un mot de passe « Edu »
[3] Une leçon = 2x45'